



Universidade de Brasília/UNB
Faculdade UNB Planaltina/FUP

MAURÍCIO ALVES RIBEIRO

**CARACTERIZAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA VARIABILIDADE
PLUVIOMÉTRICA EM UMA PROPRIEDADE RURAL NA BACIA DO RIO
JARDIM (DISTRITO FEDERAL)**

PLANALTINA-DF
2017

MAURÍCIO ALVES RIBEIRO

**CARACTERIZAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA VARIABILIDADE
PLUVIOMÉTRICA EM UMA PROPRIEDADE RURAL NA BACIA DO RIO
JARDIM (DISTRITO FEDERAL)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental da Faculdade UnB Planaltina-FUP, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Orientador: Dr. Jorge Enoch Furquim
Werneck Lima.

Coorientador: Prof. Dr. Antônio Felipe Couto
Junior

PLANALTINA-DF
2017

RIBEIRO, Maurício Alves.

Caracterização espaço-temporal da variabilidade pluviométrica em uma propriedade rural na bacia do rio Jardim (Distrito Federal). / Maurício Alves Ribeiro. Planaltina – DF, 2017.

Trabalho Teórico-Empírico – Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília.

Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental.

Orientador: Jorge Enoch Furquim Werneck Lima.

Coorientador: Antônio Felipe Couto Junior.

1. Variabilidade. 2. Precipitação. 3. Monitoramento. 4. Recursos Hídricos. I. Ribeiro, Maurício Alves. II. Caracterização espaço-temporal da variabilidade pluviométrica em uma propriedade rural na bacia do rio Jardim (Distrito Federal).

MAURÍCIO ALVES RIBEIRO

**CARACTERIZAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA VARIABILIDADE
PLUVIOMÉTRICA EM UMA PROPRIEDADE RURAL NA BACIA DO RIO
JARDIM (DISTRITO FEDERAL)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Gestão Ambiental da Faculdade
UnB Planaltina-FUP, como requisito parcial à
obtenção do título de bacharel em Gestão
Ambiental.

Banca Examinadora:

Planaltina, 01 de dezembro de 2017.

Dr. Jorge Enoch Furquim Werneck Lima – Embrapa Cerrados
(Orientador)

Prof. Dr. Antônio Felipe Couto Júnior – UnB
(Coorientador)

Prof. Dr. Luiz Felipe Salemi – UnB
(Examinador)

Dr. Eduardo Cyrino de Oliveira Filho – Embrapa Cerrados
(Examinador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Dr. Jorge Enoch Furquim Werneck Lima, por ter me concedido a oportunidade de estágio na Embrapa-Cerrados e me guiado com sabedoria durante esta trajetória acadêmica e profissional.

Ao Prof. Dr. Antônio Felipe Couto Júnior, pela dedicação nas orientações e por todo aprendizado proporcionado durante o curso.

Aos meus colegas de curso.

Ao corpo docente da FUP.

À Embrapa-Cerrados e Universidade de Brasília - Campus UnB Planaltina-FUP.

À Confederação Nacional da Agricultura (CNA) e ao Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), pelo financiamento do projeto Biomas.

Aos proprietários e funcionários da Fazenda Entre Rios, pela disponibilização da área e pelo apoio.

Ao Roberto, técnico do projeto, pelo apoio logístico.

Aos técnicos José Roberto Leopoldino (Jatobá) e Luciano Adjuto (Campos Experimentais), pelo apoio na execução das atividades de campo do Laboratório de Hidrometria da Embrapa Cerrados (LabHidro).

Aos colegas de trabalho do Laboratório de Hidrometria.

Gostaria de deixar registrado também, o meu agradecimento à minha família, em especial à minha mãe de coração Aldenora e ao meu pai Marcos, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil concluir esta etapa com êxito. E também ao meu irmão Diego que sempre me motivou a ingressar na Universidade de Brasília.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma.

RESUMO

A variabilidade espaço-temporal da chuva pode representar significativa fonte de erros e incertezas em estudos hidrológicos e no uso adequado dos recursos hídricos. O objetivo deste trabalho é apresentar o resultado do monitoramento da variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica em escala de propriedade rural. O estudo foi desenvolvido na Fazenda Entre Rios, localizada na Bacia do Rio Jardim, no Distrito Federal. Foram utilizadas séries de dados diários de seis pluviômetros espalhados em área retangular de aproximadamente 7,0 km por 3,5 km. Foram avaliados os resultados totais obtidos nos seguintes anos hidrológicos: 2012/2013; 2013/2014; 2014/2015; e 2015/2016. A precipitação média em cada um dos períodos foi de: 1054,8; 1329,3; 1079,2; e 756,5 mm.ano⁻¹, respectivamente. A diferença máxima entre a precipitação observada em cada uma das seis estações, em cada ano, foi de: 399,5; 100,5; 200,7; e 96,5 mm.ano⁻¹. A diferença entre o total precipitado em duas das estações no ano hidrológico 2012/2013 chegou a 48%, ressaltando ainda mais o risco em se utilizar apenas um pluviômetro para representar a chuva e para a própria gestão dos recursos hídricos na região, mesmo em escala de fazenda.

Palavras-chave: Variabilidade. Precipitação. Monitoramento. Recursos Hídricos.

ABSTRACT

The spatial-temporal variability of rainfall can represent a significant source of errors and uncertainties in hydrological studies and in the adequate use of water resources. The objective of this work is to present the results of the monitoring of the temporal and spatial variability of pluviometric precipitation in rural property scale. The study was developed at the Entre Rios Farm, located in the Jardim River Basin, in the Distrito Federal. Daily data series of six pluviometers were used in a rectangular area of approximately 7.0 km by 3.5 km. The total results obtained in the following hydrological years were evaluated: 2012/2013; 2013/2014; 2014/2015; and 2015/2016. The mean rainfall in each of the periods was: 1054.8; 1329.3; 1079.2; and 756.5 mm.year⁻¹, respectively. The maximum difference between the precipitation observed in each of the six seasons, in each year, was: 399.5; 100.5; 200.7; and 96.5 mm.yeat⁻¹. The difference between the precipitated total in two of the stations in the hydrological year 2012/2013 reached 48%, highlighting even more the risk of the use of only one rain gauge to represent the rain and for the own management of the water resources in the region, even in farm scale.

Keywords: Variability. Precipitation. Monitoring. Water Resources.

.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
2. 1. Cenário dos recursos hídricos no Brasil	9
2. 2. Bioma Cerrado e as Regiões Hidrográficas.....	10
2. 3. Clima e Pluviometria.....	11
2. 4. Uso múltiplo das águas.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3. 1. Área de Estudo.....	15
3. 2. Coleta de Dados	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÕES	20
REFERÊNCIAS	21

1. INTRODUÇÃO

Os dados de chuva são fundamentais para diversos estudos ambientais e de engenharia e, direta ou indiretamente, para o desenvolvimento de diversas atividades antrópicas. A elevada variabilidade temporal e espacial da chuva representa uma significativa fonte de erros e incertezas, por exemplo, em estudos hidrológicos.

A precipitação é um importante componente do ciclo hidrológico, sendo o fenômeno responsável pela entrada de água na bacia hidrográfica (SANTOS; GRIEBELER; OLIVEIRA, 2011). Portanto, a coleta e análise dos dados pluviométricos se tornam fundamentais para auxiliar na gestão dos recursos hídricos, nas diferentes escalas.

De acordo com (SILVA et al., 2011) a precipitação pluviométrica pode variar mesmo que em pequenas escalas, seja de tempo ou espaço, tornando totalmente relevante aplicar estudos em áreas menores e principalmente em função das peculiaridades de cada uma das atividades propostas ao meio.

A variabilidade temporal e espacial da chuva é uma prática amplamente estudada entre a comunidade científica, porém é comum que essa análise seja feita em escalas com grandes dimensões. Contudo, a chuva é um evento climático que pode variar tanto em escalas consideravelmente menores quanto em escalas maiores (SILVA; SOUSA; KAYANO, 2010).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é apresentar o resultado da caracterização da variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica em uma propriedade rural do Distrito Federal.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2. 1. Cenário dos recursos hídricos no Brasil

O Brasil é um país longo em extensão, totalizando 8.516.000 km² em área, com uma população de cerca de 200 milhões de indivíduos e é considerado um dos países mais ricos em recursos naturais do planeta (IBGE, 2017). A água é um recurso natural essencial para a vida humana, para os diferentes seres vivos existentes e fundamental na manutenção dos diversos ecossistemas.

Com o objetivo de planejar e gerenciar as águas brasileiras, o CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos instituiu a Divisão Hidrográfica Nacional estabelecendo doze Regiões Hidrográficas, como mostra a Figura 1.



Figura 1 - Divisão Hidrográfica Nacional (Fonte: PNRH, 2006)

Segundo a Agência Nacional de Águas- ANA (2017), o Brasil produz cerca de 12% da vazão de todos os rios do mundo, porém 70% de todo o volume está na Região Amazônica. Por outro lado, menos de 5% dessa produção está na Região Nordeste, onde a

população sofre com falta de água, nesta que é uma área de clima semiárido. Ou seja, em escala nacional existe uma grande variabilidade na distribuição deste recurso.

2. 2. Bioma Cerrado e as Regiões Hidrográficas

O Cerrado ocupa uma área de 2.036.448 km², cerca de 22% do território nacional, predominando no Centro-oeste brasileiro, sendo então o segundo maior bioma da América do Sul, perdendo apenas para Amazônia (IBGE, 2004). Os limites estaduais de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal coincidem integral ou parcialmente com a área do bioma Cerrado.

O Cerrado é caracterizado por ter terrenos planos e um solo passível de tratamento para aumentar a fertilidade. Cerca 48% da vegetação do Cerrado foi derrubada abrindo espaço para fazendas. O desmatamento da vegetação natural do Cerrado continua em ritmo acelerado, acarretando fragmentação; perda de biodiversidade; invasão de espécies; erosão do solo; poluição da água; alteração do regime do fogo; degradação da terra; alterações no ciclo do carbono; alteração no ciclo hidrológico e provável modificação climática regional (KLINK; MACHADO, 2005). A situação teve marco inicial de agravamento a partir da década de 1950, com a construção da nova capital, Brasília.

Conforme representa a Figura 2, No Cerrado estão contidas sete Regiões Hidrográficas: Amazônica, Tocantins-Araguaia, Paraguai, Atlântico Nordeste Ocidental, Parnaíba, São Francisco e Paraná. E ainda em relação aos recursos hídricos, no Cerrado estão presentes as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul, a do Tocantins-Araguaia, a do São Francisco e a do Prata (BRASIL, 2017).

O Distrito Federal, tem uma área de 5.814 km² que está totalmente inserida dentro do Bioma Cerrado. O DF é caracterizado por ter terras altas que servem como dispersores dos afluentes de três importantes bacias hidrográficas do Brasil: Prata, Tocantins-Araguaia e São Francisco (IBRAM, 2012).



Figura 2 - Representação da área contínua do Cerrado em relação às regiões hidrográficas brasileiras (Fonte: LIMA & SILVA, 2007).

2. 3. Clima e Pluviometria

O clima é um agente fundamental para modificação das paisagens ao longo do tempo. Segundo Peel, Finlayson e McMahon (2007), de acordo com tabela de classificação climática de Köppen (Figura 3), o clima da região Centro-Oeste e consequentemente do Cerrado segue a classificação: Aw (em maior área), Cwa, Cwb e Cwc, ou seja, o clima varia em sua extensão entre um clima Tropical com estação seca no Inverno, onde o mês mais frio tem temperatura média superior a 18°C e a precipitação anual é maior que a evapotranspiração anual, com pluviosidade mal distribuída, sendo que a maior parte das chuvas acontecem no verão; ocorrendo também, em menores proporções, clima temperado húmido com Inverno seco; e Verão quente e clima temperado húmido com Inverno seco e Verão temperado.

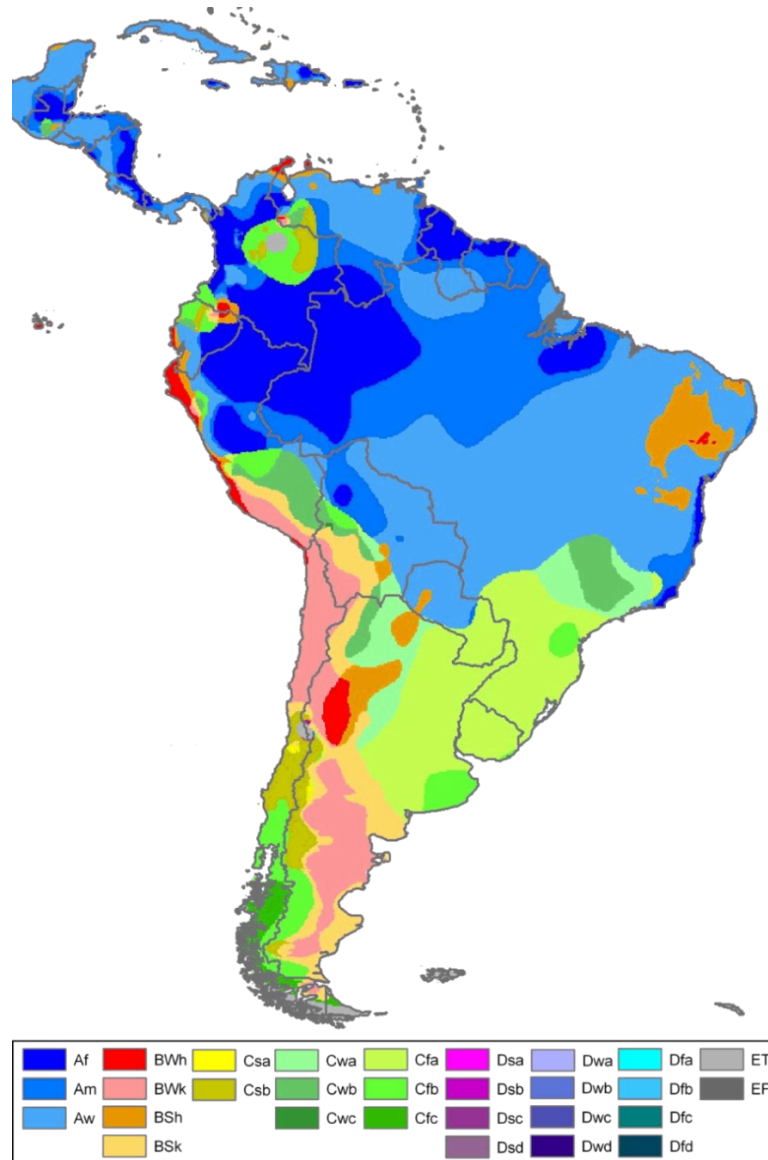


Figura 3 - Mapa climático de Köppen-Geiger para a América do Sul. (Fonte: PEEL, FINLAYSON e MCMAHON, 2007).

De acordo com o estudo elaborado por Cardoso (2014), a classificação climática de Köppen para o estado do Goiás e Distrito Federal (Figura 4) é definida em sua maior parte por Aw, caracterizando essa região como Tropical com estação seca no Inverno, havendo a presença da classificação Cwa no Sudoeste e em pequena porção no Nordeste do Estado goiano e Cwb entre a capital Goiânia e o município de Anápolis, caracterizando clima Temperado Úmido com Inverno Seco e Verão Temperado. Portanto a variabilidade climática se mantém em grande parte da área, porém há algumas alterações quando se detalha a escala do estudo, o que aumenta a precisão do estudo e diminui os riscos ao utilizar dados como mecanismos de gestão.

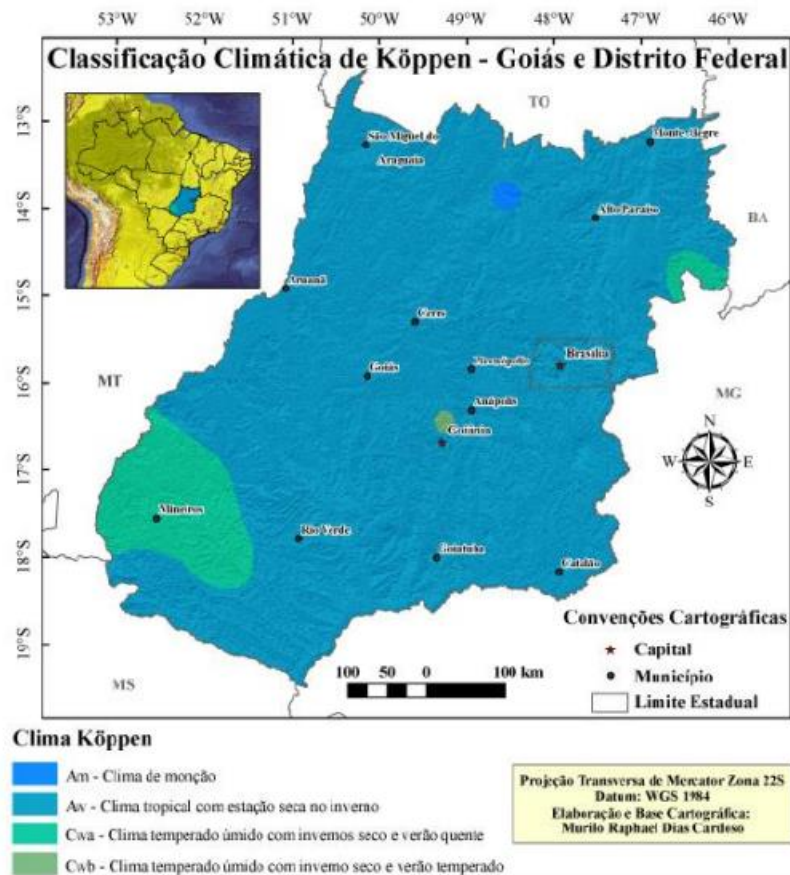


Figura 4 - Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. (Fonte: CARDOSO, 2014)

Conforme os dados de Cardoso (2014), é possível observar na Figura 5 que em escala Estadual ocorre grande variabilidade espaço-temporal pluviométrica. No entanto, de acordo com Reis et al. (2005) a utilização de ferramentas de interpolação pode provocar aumento nos custos ou redução na eficiência de projetos hidroagrícolas, caso não sejam aplicadas adequadamente. Além disso, alerta para necessidade de estudos mais detalhados de interpolação que sejam mais adequados às diferentes situações.

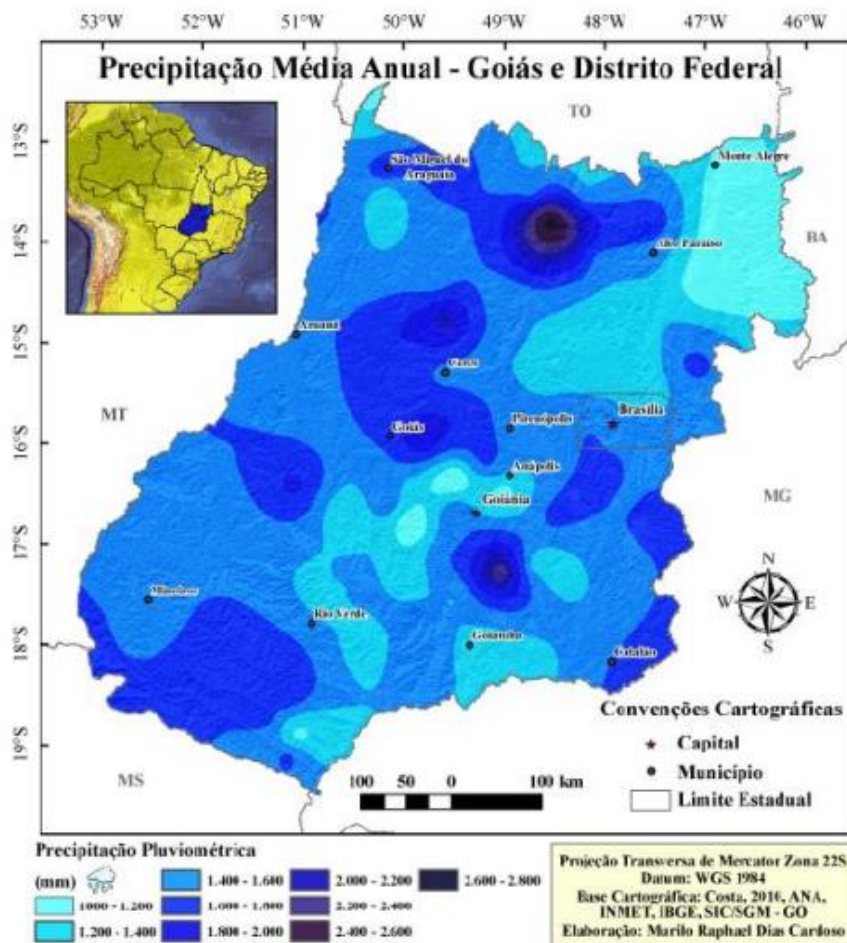


Figura 5 - Precipitação pluviométrica média anual no Estado de Goiás e no Distrito Federal (Fonte: CARDOSO, 2014).

2. 4. Uso múltiplo das águas

Como previsto na Lei nº 9.433, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas, ou seja, deve levar em consideração as diferentes destinações dadas a esse recurso natural limitado.

Lima & Silva (2007) alertam que com o crescimento da população e, consequentemente, da demanda por água para consumo direto e para produção de alimentos, bens e serviços, a tendência é que aumente o número de regiões com problemas relativos à escassez e à poluição hídrica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3. 1. Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido em propriedade agrícola do Distrito Federal, a Fazenda Entre Rios, que possui sua área inserida na Bacia do Rio Jardim, em região conhecida como PAD-DF (Figura 6).



Figura 6 - Localização da área de estudo: a Fazenda Entre Rios (amarelo) sobreposta à Bacia do Rio Jardim (azul), no Distrito Federal, Brasil.

Na área da Fazenda Entre Rios ocorre a prática de agricultura, sobretudo voltada para produção de grãos e pecuária.

3. 2. Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada de forma convencional, realizada diariamente em cada pluviômetro instalado de forma distribuída na área da propriedade rural (Figura 7).

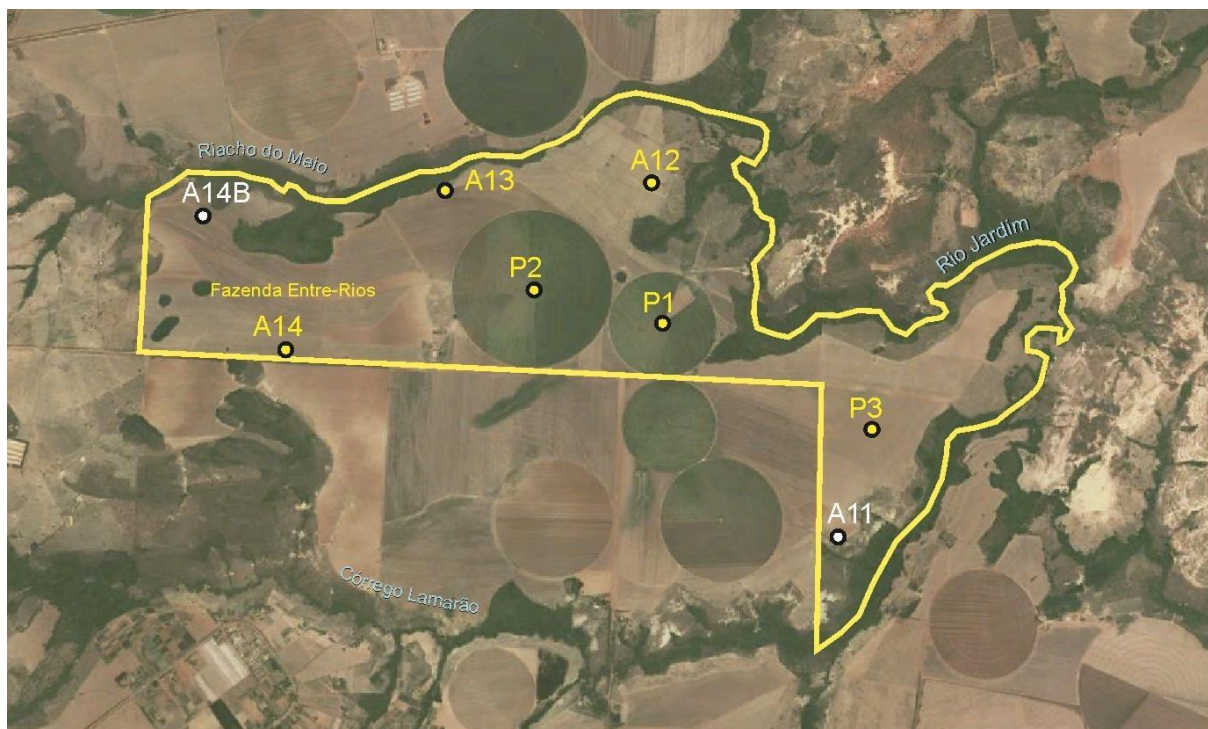


Figura 7 - Localização dos pluviômetros na Fazenda Entre Rios.

Foram coletados dados diários de oito pluviômetros instalados na área da Fazenda Entre Rios, contudo, apenas seis equipamentos foram selecionados (A14, A13, P2, A12, P1 e P3) para a realização desse estudo, por terem sobreposição completa das séries de dados no período de análise.

Na realização desse estudo foram utilizados pluviômetros manuais de plástico com graduação (Figura 8).



Figura 8 - Modelos de pluviômetros manuais utilizados no estudo.

Os dados diários de chuva foram organizados em planilhas, das quais foram extraídos os totais precipitados em cada um dos seguintes anos hidrológicos: 2012/2013; 2013/2014; 2014/2015; e 2015/2016.

O ano hidrológico é definido de acordo com o período em que começa e termina o ciclo de chuva de uma determinada região. Neste Trabalho considerou-se este período se iniciando em 01 de agosto e terminando em 30 de setembro do ano seguinte.

Para a verificação da variabilidade espacial das chuvas anuais na área da Fazenda Entre Rios, efetuou-se a interpolação dos respectivos dados obtidos por meio do método do Inverso do Quadrado da Distância (IDW), disponível em ferramentas de visualização e tratamento de dados geográficos QGIS e ArcGIS.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 9 são apresentados os totais anuais precipitados em cada pluviômetro nos períodos de análise.

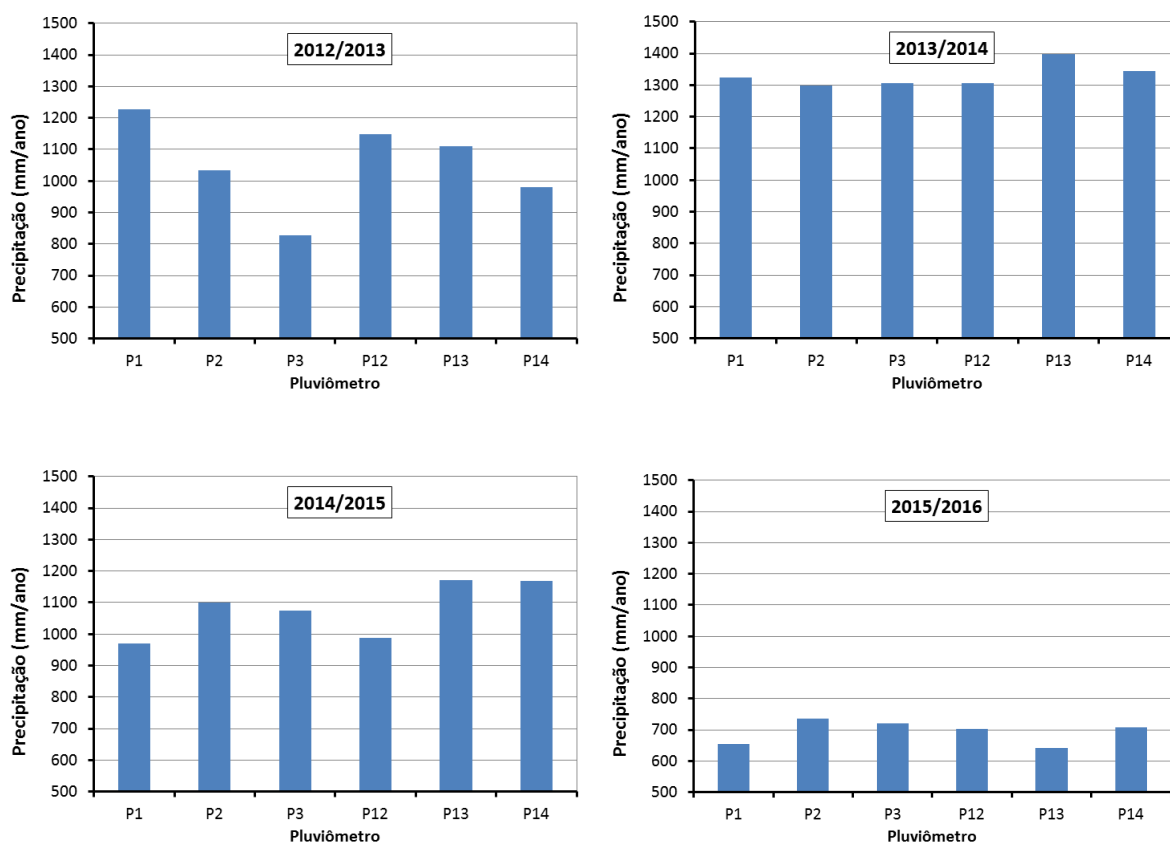


Figura 9 - Precipitação total anual para os anos hidrológicos 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015 e 2015/2016, nas estações pluviométricas do Fazenda Entre Rios.

Em relação à variabilidade espacial da chuva na Fazenda Entre Rios, na Figura 9 é possível verificar uma variância de quase 400 mm de chuva, aproximadamente de 800 a 1.200 mm/ano, entre estações no ano hidrológico 2012/2013. Em 2013/2014 essa variação máxima foi próxima de 100 mm/ano. Ainda na Figura 9, relativo ao ano 2014/2015, se observa uma variação dos valores de cerca de 200 mm/ano. Em 2015/2016 a variação não passou de 100 mm/ano.

Em relação ao tempo, estando os gráficos da Figura 9 em uma mesma escala, é possível observar claramente que o ano 2013/2014 foi aquele com maior precipitação, enquanto o ano hidrológico 2015/2016 foi o de menor.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados gerais obtidos da análise dos dados avaliados por ano hidrológico.

ANO	MÉDIA (mm/ano)	DESVIO PADRÃO (mm/ano)	VALOR MÍNIMO (mm/ano)	VALOR MÁXIMO (mm/ano)	DIFERENÇA ABSOLUTA (mm/ano)	DIFERENÇA RELATIVA (%)
2012/2013	1054,8	128,8	827,0	1226,5	399,5	48%
2013/2014	1329,3	34,33	1298,0	1398,5	100,5	8%
2014/2015	1079,2	78,71	971,3	1172,0	200,7	21%
2015/2016	693,8	34,88	640,5	737,0	96,5	15%

Tabela 1 - Avaliações efetuadas por ano hidrológico.

Como se observa na Tabela 1, a precipitação média da chuva em cada um dos períodos foi de: 1054,8; 1329,3; 1079,2; e 693,8 mm.ano⁻¹, respectivamente.

A diferença máxima entre a precipitação observada em cada uma das seis estações em cada ano hidrológico foi de: 399,5; 100,5; 200,7; e 96,5 mm.ano⁻¹, respectivamente.

Na Figura 13, a partir do método de interpolação de dados, apresenta-se a representação geográfica da distribuição variada da chuva entre os pluviômetros na área da Fazenda Entre Rios, para os quatro anos hidrológicos analisados.

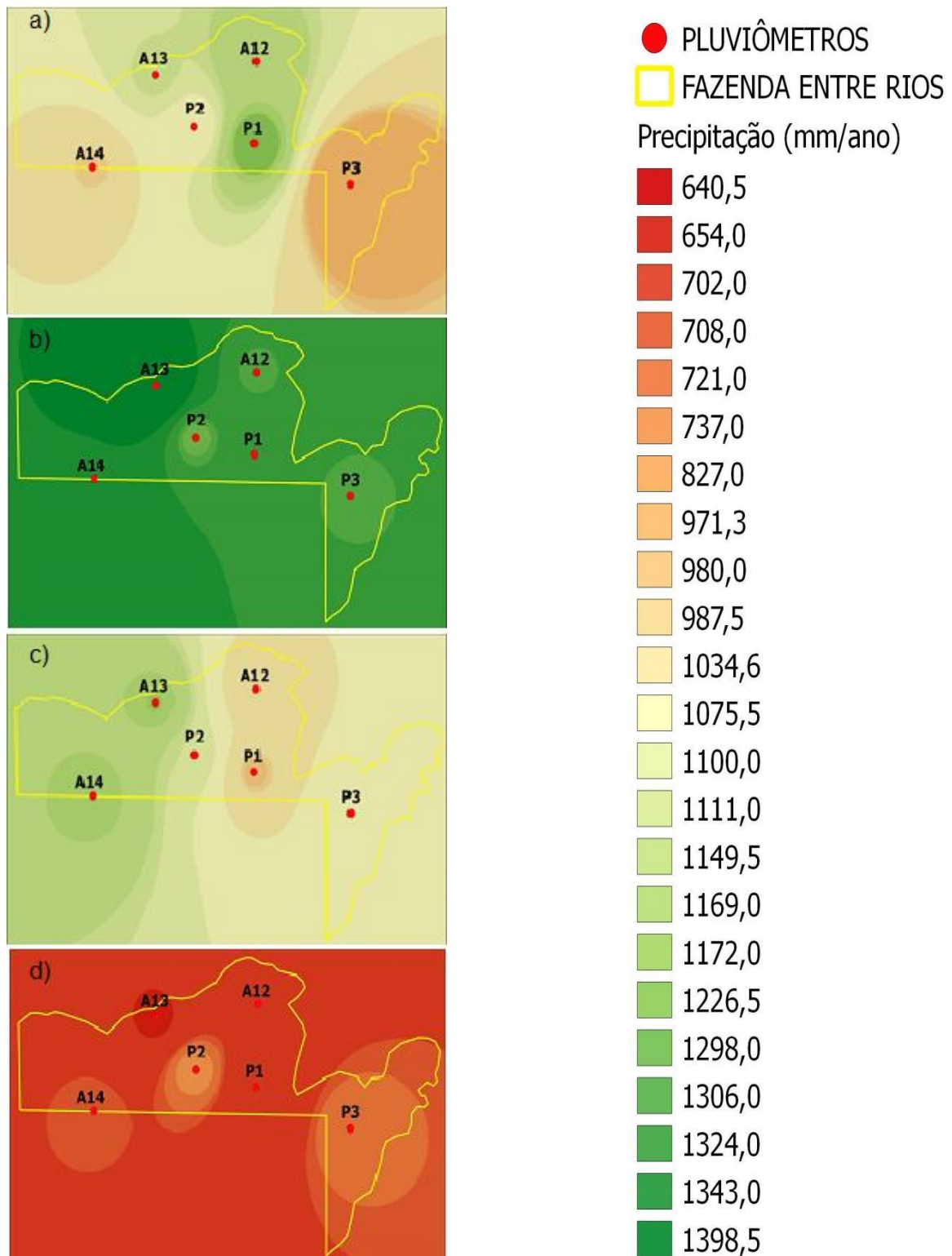


Figura 13 - Variabilidade espacial da precipitação na Fazenda Entre Rios nos anos hidrológicos 2012-2013 (a), 2013-2014 (b), 2014-2015 (c) e 2015-2016 (d).

Observa-se na Figura 13 que não há um padrão espacial de precipitação, tanto entre os anos hidrológicos, quanto entre os pontos de análise pluviométrica distribuídos na fazenda, o que reforça ainda mais a necessidade de se fazer uma análise detalhada da precipitação.

5. CONCLUSÕES

- Os resultados deste trabalho indicam que mesmo na área de uma propriedade rural, inserida em um espaço de apenas 7,0 x 3,5 km, na região leste do Distrito Federal, há uma variabilidade temporal e espacial da chuva. A diferença entre o total precipitado em duas das estações no ano hidrológico 2012/2013 chegou a 48%, ressaltando ainda mais o risco em se utilizar apenas um pluviômetro para representar a chuva e para a própria gestão dos recursos hídricos na região, mesmo em escala de fazenda.
- Como se trata de fenômeno fundamental para diversos processos ambientais e agrícolas, os resultados ressaltam a importância de um monitoramento detalhado da chuva, no tempo e no espaço, mesmo em escala de propriedade.

REFERÊNCIAS

- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Panorama das águas: quantidade de água.** Brasil, 2017.
- BRASIL. Ministério do meio ambiente. **O bioma cerrado.** Brasil, 2017.
- CARDOSO, M. R. D. **Classificação climática de köppen-geiger para o estado de goiás e o distrito federal.** ACTA Geográfica, Boa Vista, v.8, n.16, jan./mar. de 2014. pp.40-55
- CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Plano nacional de recursos hídricos: prioridades 2012-2015.** Brasília, dez. 2011.
- IBGE. **Brasil em Síntese: território.** Rio de Janeiro, 2017.
- IBGE. **Vegetação brasileira: escala 1:5.000.000.** Rio de Janeiro, 2004.
- IBRAM. **Bacias do DF: Os Recursos Hídricos no Distrito Federal.** Brasília, nov. 2012
- LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. **Estimativa da as grandes regiões hidrográficas brasileiras.** In: Simpósio brasileiro de recursos hídricos, 17. São Paulo, 2007.
- MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro.** Conservation Internacional. Brasília, 2004, 23 p.
- PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. **Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification.** *Hydrology and Earth System Sciences*, v.11, p.1633-1644, 2007.
- REIS, M.H.; GRIEBELER, N.P.; SARMENTO, P.H.L.; OLIVEIRA, L.F.C.; OLIVEIRA, J.M. **Espacialização de dados de precipitação e avaliação de interpoladores para projetos de drenagem agrícola no Estado de Goiás e Distrito Federal.** In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto, 12. 2005, Goiânia.
- SANTOS, E. H. M. dos; GRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. de. **Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial na bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite-GO.** Engenharia Agrícola. Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 78-89, fev. 2011.
- SILVA, D. F.; SOUSA, F. de A. S. de; KAYANO, M. T. **Escalas temporais da variabilidade pluviométrica na bacia hidrográfica do Rio Mundaú.** In: Revista brasileira de meteorologia. São Paulo, v. 25, n. 3, p. 324-332, set. 2010.
- SILVA, V. P. R.; PEREIRA, E. R. R.; AZEVEDO, P. V. de A.; SOUSA, F. de A. S.; SOUSA, I. F. de S. **Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil.** Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental. Campina Grande, v. 15, n. 2, p. 131-138, fev. 2011.